

3

CLIPPEDIMAGE= JP362217880A  
PAT-NO: JP362217880A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62217880 A  
TITLE: DRIVING METHOD FOR PIEZOELECTRIC ACTUATOR

PUBN-DATE: September 25, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
GOTO, HIROSHI  
HINOTO, OKIFUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OMRON TATEISI ELECTRONICS CO	N/A

APPL-NO: JP61061558

APPL-DATE: March 18, 1986

INT-CL\_(IPC): H02N002/00; G05D003/10 ; H01L041/08

US-CL-CURRENT: 310/311, 310/328

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent a piezoelectric actuator from being displacement-drifted, by returning operation voltage to desired voltage, after the operation voltage exceeding the desired voltage is applied to the piezoelectric actuator for a given time and the directions of inductive polarization in a piezoelectric element are aligned.

CONSTITUTION: The input of latch signal is provided, and at the same time, from a timer 16, the output of the pulse of a specified pulse width is generated. By the pulse, an analog switch 19 is turned ON, and an analog switch 17 is turned OFF, and to an operation amplifier 20, the output voltage of a D/A converter 12 and an operation amplifier 15 is applied. Then, on a piezoelectric actuator, the output of operation voltage exceeding desired voltage is generated. When

the pulse output of the timer 16 is completed, then the switch state of the analog switches 17, 19 is reversed and to the operation amplifier 20, the output voltage of the D/A converter 12 and earth potential are applied. As a result, o the piezoelectric actuator, the output of the operation voltage of the desired voltage is generated.

COPYRIGHT: (C)1987, JPO&Japio

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-217880

⑫ Int.Cl.

H 02 N 2/00  
G 05 D 3/10  
H 01 L 41/08

識別記号

府内整理番号

8325-5H  
7623-5H  
C-7131-5F

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 圧電アクチュエータの駆動方法

⑮ 特願 昭61-61558

⑯ 出願 昭61(1986)3月18日

⑰ 発明者 後藤 博史 京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社内  
 ⑱ 発明者 日戸 興史 京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社内  
 ⑲ 出願人 立石電機株式会社 京都市右京区花園土堂町10番地  
 ⑳ 代理人 弁理士 鈴木 由充

## 明細書

## 1. 発明の名称

圧電アクチュエータの駆動方法

## 2. 特許請求の範囲

① 目標変位に対応する目標電圧を印加して圧電アクチュエータを駆動する方法であって、

圧電アクチュエータに対し前記目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持することを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

② 前記目標電圧が初期状態の電圧より高い場合において、前記圧電アクチュエータに対し目標電圧より高い操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に下げてこれを保持する特許請求の範囲第1項記載の圧電アクチュエータの駆動方法。

③ 前記目標電圧が初期状態の電圧より低い場合において、前記圧電アクチュエータに対し目標電圧より低い操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に上げてこれを保持する特

許請求の範囲第1項記載の圧電アクチュエータの駆動方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

この発明は、例えばXYステージの精密位置決め機構等に用いられる圧電素子を積層して形成されるアクチュエータ（以下単に「圧電アクチュエータ」という）に関する、特にこの発明は、この種圧電アクチュエータへ所定の電圧を印加してこれを駆動するための圧電アクチュエータの駆動方法に関する。

## &lt;従来の技術&gt;

第4図は、この種圧電アクチュエータの適用例を示すもので、水平なベース1上に圧電アクチュエータ2が組み込まれた精密位置決め機構3が配備されている。この精密位置決め機構3は、基台部4と可動部5とを両側の連結部6、6で一体連結した構造であり、前記各連結部6は複数のヒンジ部7を備えて、前記可動部5が昇降可能な構造に形成されている。基台部4と

可動部5との間には前記圧電アクチュエータ2が介在させてあり、この圧電アクチュエータ2へ電源8より所定の電圧を供給することにより、圧電アクチュエータ2を上下に伸縮変位させて可動部5を昇降動作させる。

上記精密位置決め機構3を駆動するのに、従来は圧電アクチュエータ2の変位に対応する値の電圧を圧電アクチュエータに一度に印加してこれを駆動する方法がとられている。第5図はこの電圧印加方法の具体例を示しており、第5図(1)は矩形波電圧を、第5図(2)は三角波電圧を、それぞれ圧電アクチュエータ2に印加するものである。

#### <発明が解決しようとする問題点>

いま圧電アクチュエータ2を所望量変位させると、第6図(1)(2)に示す如く、圧電アクチュエータ2にはその変位に対応する電圧 $V_1$ （ただし図中、 $V_1$ は初期状態の電圧）を印加することになる。この場合に電圧 $V_1$ の印加で圧電アクチュエータ2は変位 $d$ だけ変位するが、そ

の後この電圧印加状態を保持するとき、圧電素子内部の誘電分極が時間経過とともに生じてこれが圧電アクチュエータ2の変位となって現れ、例えば $0.1 \mu\text{m}$ 程度の変位ドリフト $\Delta d$ が発生する。このため例えば $0.01 \mu\text{m}$ の精度で位置決めを行いたい場合に、圧電アクチュエータ2の変位を検出してフィードバック制御する等の必要性が生じ、変位検出系やフィードバック制御系等の導入による装置の複雑化を招き、もしこれらを導入しないときは変位ドリフトの影響により高精度の位置決めが困難である等の問題があった。

この発明は、圧電アクチュエータへ電圧を印加する際、変位ドリフトが生じないような圧電アクチュエータの駆動方法を提供するもので、もって精密位置決め機構等において安定した高精度な位置決めを可能とすることを目的とする。

#### <問題点を解決するための手段>

上記目的を達成するため、この発明では、目標変位に対応する目標電圧を印加して圧電アク

チュエータを駆動する場合に、圧電アクチュエータに対し前記目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持するようにした。

第1図(1)(2)はこの発明にかかる圧電アクチュエータの駆動方法の具体例を示す。

まず操作前の初期状態の電圧が $V_1$ であって目標電圧 $V_2$ がこの電圧 $V_1$ より高い場合を想定すると、この場合は圧電アクチュエータに対し目標電圧 $V_2$ より $\Delta V$ だけ高い操作電圧を一定時間 $\Delta t$ だけ与えた後、操作電圧を目標電圧 $V_2$ に下げてこれを保持するものである（第1図(1)のa部分を参照）。

この電圧印加方法によれば、圧電アクチュエータは第1図(2)に示す如く、印加電圧波形に追随して変位するもので、一旦目標変位 $d$ を越えて大きく変位した後、目標変位 $d$ に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

つぎに初期状態の電圧が $V_1$ であって目標電

圧 $V_1$ がこの電圧 $V_2$ より低い場合を想定すると、この場合は圧電アクチュエータに対し目標電圧 $V_2$ より $\Delta V$ だけ低い操作電圧を一定時間 $\Delta t$ だけ与えた後、操作電圧を目標電圧 $V_2$ に上げてこれを保持するものである（第1図(1)のb部分を参照）。

この電圧印加方法によれば、圧電アクチュエータは前記同様、印加電圧波形に追随して変位するもので、一旦目標変位 $d$ を下回って変位した後、目標変位 $d$ に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

#### <作用>

このように圧電アクチュエータに対し、目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えると、その間に圧電素子内の誘電分極の方向が揃うことになるため、その後操作電圧を目標電圧に戻すときには、不安定な分子は存在しない。従って操作電圧を保持して時間経過しても誘電分極は生じず、圧電アクチュエータは変位せずに安定

となる。市販の圧電アクチュエータ ( $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$  : 日本電気株式会社製) を用いた場合、前記  $\Delta V_x$ ,  $\Delta V_y$  を印加電圧 ( $V_z - V_1$ ) の 20% とし、また  $\Delta t$  を  $10 \text{ msec}$  程度とすると、従来の駆動方法では  $0.1 \mu\text{m} / 10 \text{秒}$  の変位ドリフトがあったのに対し、この発明の駆動方法では  $0.01 \mu\text{m} / 10 \text{秒}$  以下の変位ドリフトに抑えることができた。

## &lt;実施例&gt;

第2図は、この発明の駆動方法を実施するのに用いられる圧電アクチュエータ駆動装置の回路構成例を示し、また第3図は第2図に示す装置例のタイムチャートである。

図示例において、ラッチ回路10, 11は圧電アクチュエータへの印加電圧に相当する駆動データをラッチするためのものであり、一方のラッチ回路10は今回与えられた駆動データをラッチし、また他方のラッチ回路11は前回与えられた駆動データをラッチする構成となっている。D/A変換器12, 13はそれぞれラッ

チ回路10, 11のラッチデータをアナログ信号(電圧)に変換するためのもので、各D/A変換器12, 13のアナログ出力はオペアンプ14に与えられて、その出力差が演算され、さらにつぎのオペアンプ15は前記出力差の定数倍を演算して出力する。

タイマ16は前記の時間  $\Delta t$  を設定するためのものであって、その出力をアナログスイッチ17の開閉制御信号として機能させると共に、ノット回路18による反転出力を他のアナログスイッチ19の開閉制御信号として機能させる。なお前記の時間  $\Delta t$  は  $10 \text{ msec} \sim 1 \text{ sec}$  に設定し、さらに望ましくは  $40 \text{ msec}$  程度に設定する。

前記D/A変換器12のアナログ出力はオペアンプ20へ入力されるもので、またこのオペアンプ20には他の入力としてアナログスイッチ17を介してアース電位が、また他のアナログスイッチ19を介して前記オペアンプ15の出力が、それぞれ選択的に与えられる。このオペアンプ20の出力はアンプ21に与えられて

整数倍 ( $k$  倍) され、これが圧電アクチュエータの印加電圧として出力されて、圧電アクチュエータを駆動するものである。なお図中、 $R_1 \sim R_4$  や  $V_{R1}$  はオペアンプ14, 15, 20の回路を構成する抵抗や可変抵抗に関する回路定数であり、第1図に示すオーバーシュート量  $\Delta V_x$ ,  $\Delta V_y$  は可変抵抗の値  $V_{R1}$  を調整することにより任意に設定できる。

つぎに第2図の装置例の動作を説明する。

いま初期状態において、ラッチ回路10は圧電アクチュエータへ印加する電圧  $V_1$  に見合う駆動データをラッチしており、D/A変換器12はこのラッチデータをアナログ電圧  $v_1$  に変換して出力している。一方タイマ16の出力は“LOW”となっており、そのためアナログスイッチ17がオン状態、またアナログスイッチ19がオフ状態となっている。よってオペアンプ20にはD/A変換器12の出力電圧  $v_1$  とアース電位とが与えられ、つぎのアンプ21は電圧  $v_1$  を  $k$  倍した電圧  $V_{out} (= k v_1)$  を圧電アクチ

ュエータへ出力することになる。

つぎにラッチ回路10に対し、圧電アクチュエータへ印加する電圧  $V_1$  に見合う駆動データがラッチ信号とともにに入力され、これによりラッチ回路10はこの駆動データをラッチする。一方他のラッチ回路11の方は前記ラッチ信号が送出されてくる瞬間、前記ラッチ回路10が先程ラッチしていた前回の駆動データをラッチする。これにより一方のD/A変換器12からはアナログ電圧  $v_1$  が、また他方のD/A変換器13からはアナログ電圧  $v_2$  が、それぞれ出力され、これら電圧  $v_1$ ,  $v_2$  はオペアンプ14に与えられる。このオペアンプ14では両電圧の差 ( $v_2 - v_1$ ) が演算され、さらにつぎのオペアンプ15でこれに定数倍してつぎの出力電圧  $v_{out}$  が得られる。

$$v_{out} = -\frac{V_{R1}}{R_2} \times (v_2 - v_1) \dots \textcircled{1}$$

ところで前記タイマ16はラッチ信号の入力と同時にパルス幅(前記  $\Delta t$  に相当する)が数

$\pm$ secのパルスを出力する。このパルス出力が出力される間は一方のアナログスイッチ19がオン状態、他方のアナログスイッチ17がオフ状態となり、オペアンプ20にはD/A変換器12のアナログ電圧 $v_z$ とオペアンプ15の前記出力電圧 $v_{out}$ とが与えられる。これによりオペアンプ20はつきの②式で示す電圧 $v'_{out}$ を出力し、さらにアンプ21はこの電圧 $v'_{out}$ をk倍した電圧V(③式で示す)を圧電アクチュエータへ出力する。

$$v'_{out} = v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times (v_z - v_1)$$

……… ②

$$V = k v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times k (v_z - v_1)$$

$$= v_z + \frac{VR_1}{R_2} \times (v_z - v_1)$$

……… ③

ただし $v_1 = k v_z$ ,  $V_z = k v_z$ である。

タイマ16のパルス出力が終了すると、アナ

ログスイッチ17, 19の各スイッチ状態が逆転し、オペアンプ20にはD/A変換器12の出力電圧 $v_z$ とアース電位とが与えられ、アンプ21は電圧 $v_z$ をk倍した電圧 $V_z (= k v_z)$ を圧電アクチュエータへ出力することになる。

このような方法で圧電アクチュエータへ電圧を印加すれば、圧電アクチュエータは第3図に示す印加電圧波形に追随して変位するもので、一旦目標変位を越えて大きく変位した後、目標変位に戻り、その後は印加電圧を一定保持するも、変位ドリフトは生じず、一定の変位を維持する。

なお初期状態の電圧が $v_z$ であって、これより低い目標電圧 $V_z$ を印加する場合も上記と同様であり、ここではオーバーシュート量を第3図に示してその説明を省略するが、この場合も圧電アクチュエータは印加電圧波形に追随し、一旦目標変位を下回って変位した後、目標変位に戻るものである。

<発明の効果>

は従来の駆動方法を示す波形説明図である。

特許出願人 立石電機株式会社

代理人 弁理士 鈴木由充



この発明は上記の如く、圧電アクチュエータに対し目標電圧を越える操作電圧を一定時間与えて圧電素子内の誘電分極の方向を揃えた後、操作電圧を目標電圧に戻してこれを保持するようになつたから、保持電圧印加状態下で時間が経過しても誘電分極は生じず、圧電アクチュエータは変位しない。従って圧電アクチュエータには変位ドリフトが生じず、精密位置決め機構等において安定した高精度な位置決めを実現できる。また高精度の位置決めを行うのに、圧電アクチュエータの変位を検出する系や、その検出量をフィードバック制御する系等が全く不要であるため、装置の簡易化が可能である等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の駆動方法を示す波形説明図、第2図はこの発明の実施に用いられる装置例の回路ブロック図、第3図は第2図の装置例のタイムチャート、第4図は圧電アクチュエータの適用例を示す説明図、第5図および第6図

図51 図 従来の駆動方法を示す波形説明図

(1)

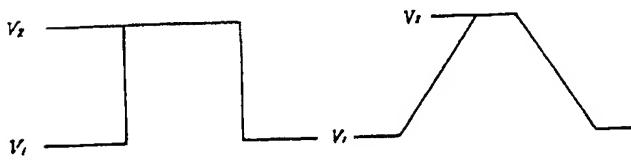


図52 図 の説明の駆動方法を示す波形説明図

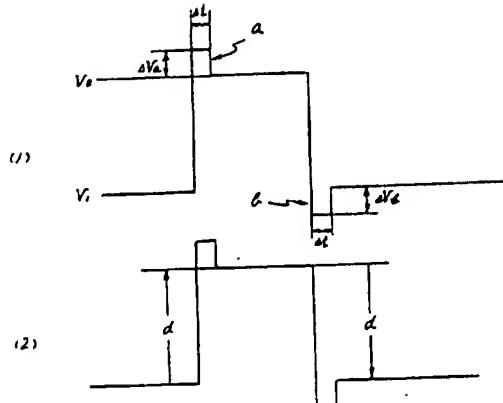


図53 図 従来の駆動方法を示す波形説明図

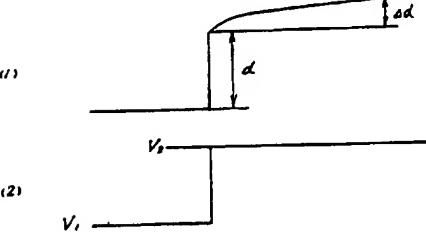


図2 図 の説明の実施に用いられる装置例の回路アート

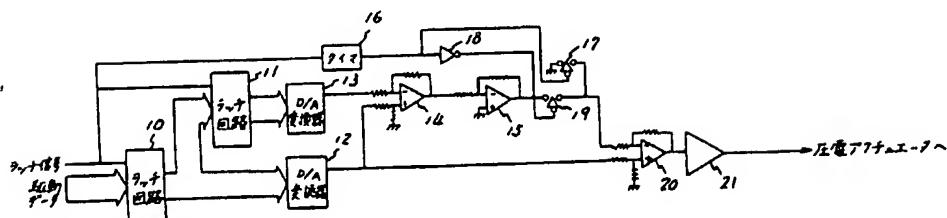


図4 図 壓電アッセンブリの適用例を示す機械説明図

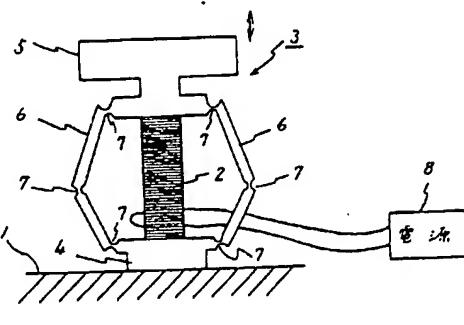


図3 図 図2 図 に示す装置例のタイムチャート

